

4-23-02  
m

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

J1046 U.S. PRO  
09/986894

11/13/01

IN RE APPLICATION OF: Akira YONEMIZU, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND SUBSTRATE PROCESSING METHOD

## REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**.
- Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2000-346602	November 14, 2000
Japan	2000-346620	November 14, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- are submitted herewith
- will be submitted prior to payment of the Final Fee
- were filed in prior application Serial No. filed
- were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- (B) Application Serial No.(s)
  - are submitted herewith
  - will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLOON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.*Irvin McClelland*Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,12422850  
Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

4/23/02  
J1046 U.S. PRO  
09/986894  
11/13/01



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年11月14日

出願番号  
Application Number:

特願2000-346620

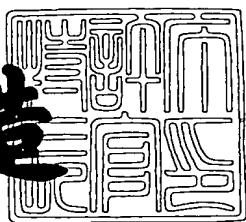
出願人  
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2001年 7月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3063712

【書類名】 特許願

【整理番号】 00A173

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京エレクトロン九州株式会社 熊本事業所内

【氏名】 小島 茂義

【発明者】

【住所又は居所】 熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京エレクトロン九州株式会社 熊本事業所内

【氏名】 米水 昭

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104215

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 純一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 069085

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809566

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理方法及び基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 基板を加熱処理する第1の温度に向けて昇温しつつ、基板を処理する領域の酸素濃度をほぼ6000PPM/秒～20000PPM/秒の速度で低下させる工程と、

(b) 前記領域を所定の酸素濃度に低下させた状態で、基板を前記第1の温度で加熱処理する工程と、

を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載の基板処理方法であって、前記工程(a)で、基板を処理する領域の酸素濃度をほぼ10000PPM/秒の速度で低下させることを特徴とする基板処理方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の基板処理方法であって、前記工程(a)で、前記領域に不活性ガス、反応性ガス又は液体気化物を導入しながら前記領域を減圧することで、前記領域の酸素濃度を低下させることを特徴とする基板処理方法。

【請求項4】 請求項1から請求項3のうちいずれか1項に記載の基板処理方法であって、

前記工程(a)が、前記領域の酸素濃度を上昇させる工程を含むことを特徴とする基板処理方法。

【請求項5】 処理室と、

前記処理室内に配置され、基板を加熱処理するための熱板と、

前記処理室内に不活性ガス、反応性ガス又は液体気化物を導入する手段と、

前記処理室内を減圧する手段と、

を具備することを特徴とする基板処理装置。

【請求項6】 請求項5に記載の基板処理装置において、

前記処理室内の酸素濃度をほぼ6000PPM/秒～20000PPM/秒の速度で低下させるように前記導入・減圧手段を制御する手段を具備することを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば絶縁膜材料が塗布された半導体ウエハを加熱処理するための基板処理方法及び基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程においては、例えばSOD (Spin on Dielectric) システムにより層間絶縁膜を形成している。このSODシステムでは、ウエハ上に塗布膜をスピンドルコートし、化学的処理または加熱処理等を施して層間絶縁膜を形成している。

【0003】

例えばソルゲル方法により層間絶縁膜を形成する場合には、まず半導体ウエハ（以下、「ウエハ」と呼ぶ。）上に絶縁膜材料、例えばTEOS（テトラエトキシシラン）のコロイドを有機溶媒に分散させた溶液を供給する。次に、溶液が供給されたウエハをゲル化処理し、次いで溶媒の置換を行う。そして、溶媒の置換されたウエハを加熱処理している。

【0004】

ところで、今日において、デバイスの高速化や低消費電力化を実現するために絶縁膜質の条件として低誘電率化が要求されている。これを実現させるために、誘電率の低い層間絶縁膜材料として、例えばフッ素樹脂系の材料やシリコン系の材料等を使用している。また、このような低誘電率の材料の開発・選択という方法以外にも、多孔質の膜を利用する等の方法によっても低誘電率化が図られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、かかる材料の開発においては分子レベル段階からの設計が必要であるので多大な労力と時間を要し、また膨大な材料の中から所望の誘電率が得られるものを選択することも極めて困難である。また、多孔質の膜を利用する場

合は膜がもろくなってしまい、所定の硬度が得られないという欠点があるため多孔質材料を使用する方法には限界がある。従って材料の開発等を行うことよりも、可及的に絶縁膜の形成工程、例えば材料の塗布工程や熱処理工程において低誘電率かつ硬度を有する絶縁膜を形成することが望まれる。

## 【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、所望の誘電率でかつ所望の硬度を有する絶縁膜が形成できる基板処理方法及び基板処理装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、(a) 基板を加熱処理する第1の温度に向けて昇温しつつ、基板を処理する領域の酸素濃度をほぼ6000PPM/秒～20000PPM/秒の速度で低下させる工程と、(b) 前記領域を所定の酸素濃度に低下させた状態で、基板を前記第1の温度で加熱処理する工程とを具備する。

## 【0008】

このような構成によれば、酸素濃度を迅速に約6000PPM/秒～2000PPM/秒の速度で低下させることにより、低誘電率かつ所定の硬度を有する絶縁膜を形成することができる。

## 【0009】

本発明は、処理室と、前記処理室内に配置され、基板を加熱処理するための熱板と、前記処理室内に不活性ガス、反応性ガス又は液体気化物を導入しながら前記処理室内を減圧する手段とを具備する。

## 【0010】

このような構成によれば、減圧処理と同時に置換ガスを導入することにより、迅速に酸素濃度を低下させ、酸素濃度低下の速度制御を容易にすることができます。

## 【0011】

本発明の更なる特徴と利点は、添付した図面及び発明の実施の形態の説明を参

酌することによりより一層明らかになる。

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0012】

図1～図3は本発明の一実施形態に係るSODシステムの全体構成を示す図であって、図1は平面図、図2は正面図および図3は背面図である。

【0013】

このSODシステム1は、基板としての半導体ウエハ（以下、ウエハと呼ぶ。）WをウエハカセットCRで複数枚たとえば25枚単位で外部からシステムに搬入またはシステムから搬出したり、ウエハカセットCRに対してウエハWを搬入・搬出したりするためのカセットブロック10と、SOD塗布工程の中で1枚ずつウエハWに所定の処理を施す枚葉式の各種処理ユニットを所定位置に多段配置してなる第1の処理ブロック11と、同じくウエハWに所定の処理を施す枚葉式の各種処理ユニットであって、第1の処理ブロック11の加熱系の処理ユニットにおける処理温度よりも高い温度による処理ユニットを所定位置に多段配置してなる第2の処理ブロック12とを一体に接続した構成を有している。

【0014】

カセットブロック10では、図1に示すように、カセット載置台20上の突起20aの位置に複数個たとえば4個までのウエハカセットCRがそれぞれのウエハ出入口を第1の処理ブロック11側に向けてX方向一列に載置され、カセット配列方向（X方向）およびウエハカセットCR内に収納されたウエハのウエハ配列方向（Z垂直方向）に移動可能なウエハ搬送体21が各ウエハカセットCRに選択的にアクセスするようになっている。さらに、このウエハ搬送体21は、θ方向に回転可能に構成されており、後述するように第1の処理ブロック11側の第4の組G4の多段ユニット部に属する受け渡し・冷却プレート（TCP）にもアクセスできるようになっている。

【0015】

第1の処理ブロック11では、図1に示すように、中心部に垂直搬送型の第1の主搬送体22が設けられ、その周りに全ての処理ユニットが1組または複数の

組に亘って多段に配置されている。この例では、5組G1, G2, G3, G4, G5の多段配置構成であり、第1および第2の組G1, G2の多段ユニットはシステム正面（図1において手前）側に並置され、第4の組G4の多段ユニットはカセットブロック10に隣接して配置され、第3の組G3の多段ユニットは第2の処理ブロック12に隣接して配置されている。

## 【0016】

図2に示すように、第1の組G1、また第2の組G2では、カップCP内でウエハWをスピンドルに載せて絶縁膜材料を供給し、ウエハを回転させることによりウエハ上に均一な絶縁膜を塗布するSOD塗布処理ユニット（SCT）と、カップCP内でウエハWをスピンドルに載せてHMD S及びヘプタン等のエクスチエンジ用薬液を供給し、ウエハ上に塗布された絶縁膜中の溶媒を乾燥工程前に他の溶媒に置き換える処理を行うソルベントエクスチエンジ処理ユニット（DSE）とが下から順に2段に重ねられている。

## 【0017】

第2の組G2では、SOD塗布処理ユニット（SCT）が上段に配置されている。なお、必要に応じて第2の組G2の下段にSOD塗布処理ユニット（SCT）やソルベントエクスチエンジ処理ユニット（DSE）等を配置することも可能である。

## 【0018】

図3に示すように、第3の組G3では、受け渡し・冷却プレート（TCP）と、2つの冷却処理ユニット（CPL）と、トランジションユニット（TRS）と、エージング処理ユニット（DAC）と、2つの低温加熱処理ユニット（LHP）とが下から順に多段に配置されている。

## 【0019】

第4の組G4では、受け渡し・冷却プレート（TCP）と、3つの冷却処理ユニット（CPL）と、トランジションユニット（TRS）と、エージング処理ユニット（DAC）と、低温加熱処理ユニット（LHP）とが多段に配置されている。

## 【0020】

受け渡し・冷却プレート（T C P）は下段にウエハWを冷却する冷却板、上段に受け渡し台を有する2段構造とされ、カセットブロック10と第1の処理ブロック11との間でウエハWの受け渡しを行う。トランジションユニット（T R S）も同様にカセットブロック10と第1の処理ブロック11との間でウエハWの受け渡しを行う。エージング処理ユニット（D A C）は密閉化可能な処理室内にNH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>Oを導入してウエハWをエージング処理し、ウエハW上の絶縁膜材料膜をウェットゲル化する。冷却処理ユニット（C P L）はウエハWが載置される冷却板を有し、ウエハWを冷却処理する。

#### 【0021】

またこのSODシステム1では、既述の如く第1の主搬送体の背面側にも破線で示した第5の処理ユニット群G5の多段ユニットが配置できるようになっているが、この第5の処理ユニット群G5の多段ユニットは、案内レール25に沿って第1の主搬送体22からみて、側方ヘシフトできるように構成されている。従って、この第5の処理ユニット群G5の多段ユニットを図示の如く設けた場合でも、前記案内レール25に沿ってスライドすることにより、空間部が確保されるので、第1の主搬送体22に対して背後からメンテナンス作業が容易に行えるようになっている。なお第5の処理ユニット群G5の多段ユニットは、そのように案内レール25に沿った直線状のスライドシフトに限らず、図1中的一点鎖線の往復回動矢印で示したように、システム外方へと回動シフトさせるように構成してもよく、第1の主搬送体に対するメンテナンス作業のスペース確保が容易である。

#### 【0022】

第2の処理ブロック12では、既述のように、ウエハWに高温で加熱処理を行うユニットが属する第6の組G6がシステム正面側に配置され、同様にウエハWに高温で加熱処理を行うユニットが属する第7の組G7がシステム背面側に配置されている。第6の組G6と第7の組G7との間には、第4の組G4、第6の組G6及び第7の組G7にアクセスしてウエハWの搬送を行う第2の主搬送体23が配設されており、この第2の主搬送体23は第1の主搬送体22と同様な垂直搬送型の構成でなっている。

## 【0023】

なお、このSODシステム1は例えばクリーンルーム内に配置され、例えば第1の主搬送機構22上は大気圧に設定されたクリーンルームよりも高い気圧の雰囲気に設定されており、これにより第1の主搬送体22上より発生したパーティクルをSODシステム1外に排出し、その一方でクリーンルーム内のパーティクルがSODシステム1内に進入するのを防止している。

## 【0024】

図2及び図3に示すように、第6の組G6では、本発明に係る処理装置であるマルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)が2段、マイクロ波や電子線を照射して膜を加熱・改質させるためのマイクロ波処理ユニット(MW)、電子線処理ユニット(EB)がそれぞれ1段、下から順に設けられている。一方の第7の組G7では、本発明に係る処理装置であるマルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)が3段、紫外線を照射して膜を加熱・改質させるための紫外線処理ユニット(UV)が1段、下から順に設けられている。

## 【0025】

図4及び図5は上記マルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)の斜視図及び断面図である。

## 【0026】

このマルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)は、加熱処理室151と、これに隣接して設けられた温調処理室152とを有している。この加熱処理室151は、温調処理室152との間でウエハWの受け渡しを行うために開閉可能なゲートバルブ174の機構によって密閉可能に形成されている。

## 【0027】

加熱処理室151内のほぼ中央部には、ウエハWを加熱処理するための熱板156が配置されている。この熱板156内には、例えばヒータ(図示せず)が埋設され、その設定温度は例えば200~800°Cとすることが可能とされている。また、この熱板156には同心円状に複数、例えば3個の孔157が上下に貫通しており、これらの孔157にはウエハWを支持する支持ピン158aが昇降

可能に介挿されている。これら支持ピン158aは熱板156の裏面において連通部材159に接続されて一体化されており、連通部材159はその下方に配置された昇降シリンダ160によって昇降されるようになっている。そして、昇降シリンダ160の昇降作動によって支持ピン158aは熱板156表面から突出したり、没したりする。

## 【0028】

また、熱板156の表面にはプロキシミティーピン161が複数配置され、ウエハWを加熱処理するときにウエハWが直接熱板156に接触しないようにされている。これにより、加熱処理時にウエハWに静電気が帯電しないようになっている。

## 【0029】

更に、加熱処理室151には、加熱処理室151内に不活性ガス、例えば窒素ガスを供給するための窒素供給機構162が設けられており、上部に形成された窒素供給口182から制御部167の命令により室内に窒素を供給するようになっている。また一方で加熱処理室151内に反応性ガス、例えば酸素を供給するための酸素供給機構180が設けられており、上部に形成された酸素供給口183から制御部167の命令により室内に酸素を供給するようになっている。この酸素供給制御は、加熱処理室151内に設けられた酸素濃度を計測する酸素センサ172aの計測結果に基づいて行われる。

## 【0030】

一方、加熱処理室151の下部には減圧用の排気口168が設けられており、この排気口168は例えば真空ポンプ170に接続され、真空ポンプ170の作動によって加熱処理室151内が大気圧よりも低い気圧、例えば0.1 torr前後に設定することが可能にされている。

## 【0031】

更に、加熱処理室151には室内の温度を計測するための温度センサ172bが取り付けられている。この温度センサ172bによる計測結果は制御部167に伝えられ、制御部167はこの計測結果に基づき熱板156の加熱温度を調整するようになっている。

## 【0032】

また図6を参照して、熱板156を含む領域Rを囲繞するように（周囲を取り囲むように）上壁部75a、側壁部75b及び下壁部75cが設けられ、これらの壁部75a、75b及び75cには、領域Rを温調するための温調機構100a、100b及び100cが設けられている。これら温調機構100a～100cは、それぞれの壁部に埋め込まれたヒータ70と冷却配管80により構成され、制御部167（図5）により、ヒータ70に供給される電力及び冷却配管80に供給される冷却水の温度や量が制御されるようになっている。このような温調機構100a～100cを有することで処理室内の温度管理をより精密に行うことができる。なお、図示するように加熱処理室151の上壁部75aを例えれば5つの領域R1～R5の領域に分割してそれぞれの領域を温調機構100aにより別個に管理し、同様に下壁部75cも5つの領域に分割してそれぞれの領域を温調機構100cにより別個に管理して、更に側壁部75bを例えれば3つの領域R6～R8に分割し、それぞれの領域を温調機構100bにより別個に管理することにより、より精密な温度管理に加えて加熱処理室151内の気流管理も行うことができる。例えば、上方の領域の方が下方の領域よりも温度を高めることによって意図的に上昇気流を発生させ、これによりウエハWから発生する昇華物等をウエハWに悪影響を与えることなく外部（例えば排気口を介して）に確実に排出することができるようになる。

## 【0033】

温調処理室152には第2の主搬送体23との間でウエハWの搬入出を行うための窓部181が設けられており、この窓部181はシャッタ164によって開閉可能に構成されている。

## 【0034】

また、温調処理室152内には、ウエハWを載置してウエハWの温度を調整するための移送温調板176がガイドプレート177aに沿って移動機構177bにより水平方向に移動自在に構成されている。移送温調板176の設定温度は、例えば15～250°Cであり、温調されるウエハWの適用温度範囲は、例えば200～800°Cである。移送温調板176は、ゲートバルブ174を介して加熱

処理室151内に進入することができ、加熱処理室151内の熱板156により加熱された後のウエハWを支持ピン158aを介して受け取って温調処理室152内に搬入し、ウエハWを温調するようになっている。

【0035】

移送温調板176の下方には、加熱処理室151内における支持ピン158aと同様な構成の支持ピン158bが昇降可能に設けられている。これら支持ピン158bは移送温調板176の裏面において支持部材159に接続されて一体化されており、支持部材159はその下方に配置された昇降シリンダ160によつて昇降されるようになっている。

【0036】

なお、上記真空ポンプ170やガス供給機構162、180のガスボンベ等は、図2及び図3に示すように、マルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)の下方に配置されたケミカル室30内に配設されている。

【0037】

次に以上のように構成されたこのSODシステム1の処理工程について、図7に示すフローを参照しながら説明する。

【0038】

まずカセットブロック10において、処理前のウエハWはウエハカセットCRからウエハ搬送体21を介して処理ブロック11側の第3の組G3に属する受け渡し・冷却プレート(TCP)における受け渡し台、又はトランジションユニット(TRS)へ搬送される。

【0039】

受け渡し・冷却プレート(TCP)における受け渡し台に搬送されたウエハWは第1の主搬送体22を介して冷却処理ユニット(CPL)へ搬送される。そして冷却処理ユニット(CPL)において、ウエハWはSOD塗布処理ユニット(SCT)における処理に適合する温度まで冷却される(ステップ1)。

【0040】

冷却処理ユニット(CPL)で冷却処理されたウエハWは第1の主搬送体22を介してSOD塗布処理ユニット(SCT)へ搬送される。そしてSOD塗布処

理ユニット (S C T) において、ウエハWはS O D塗布処理が行われる（ステップ2）。

【0041】

S O D塗布処理ユニット (S C T) でS O D塗布処理が行われたウエハWは第1の主搬送体22を介してエージング処理ユニット (D A C) へ搬送され、エージング処理され、ウエハW上の絶縁膜材料がゲル化される（ステップ3）。

【0042】

エージング処理ユニット (D A C) でエージング処理されたウエハWは第1の主搬送体22を介してソルベントエクスチエンジ処理ユニット (D S E) へ搬送される。そしてソルベントエクスチエンジ処理ユニット (D S E) において、ウエハWはエクスチエンジ用薬液が供給され、ウエハ上に塗布された絶縁膜中の溶媒を他の溶媒に置き換える処理が行われる（ステップ4）。

【0043】

ソルベントエクスチエンジ処理ユニット (D S E) で置換処理が行われたウエハWは第1の主搬送体22を介して低温加熱処理ユニット (L H P) へ搬送される。そして低温加熱処理ユニット (L H P) において、ウエハWは低温加熱処理される（ステップ5）。

【0044】

低温加熱処理ユニット (L H P) で低温加熱処理されたウエハWは第4の組G4に属する受け渡し・冷却プレート (T C P) における受け渡し台、又はトランジションユニット (T R S) を介して、第2の主搬送体23を介して紫外線処理ユニット (U V) へ搬送される。そして、紫外線処理ユニット (U V) において、ウエハWは172nm前後の波長の紫外線による処理が行われる（ステップ6）。この紫外線による処理では、窒素ガスが噴出され紫外線処理ユニット (U V) 内が窒素ガス雰囲気とされ、その状態で紫外線照射ランプから紫外線が、例えば1分間照射される。

【0045】

なお、ここで紫外線処理に代えて、又は紫外線処理後に適宜第6の組G6に属する電子線処理ユニット (E B) による電子線処理やマイクロ波処理ユニット (

MW) によるマイクロ波処理を行うようにしてもよい。

【0046】

次に紫外線による処理が施されたウエハWは第2の主搬送体23を介して第4の組G4に属する冷却処理ユニット(CPL)へ搬送される。そして冷却処理ユニット(CPL)においてウエハWは冷却される(ステップ7)。

【0047】

冷却処理ユニット(CPL)で冷却処理されたウエハWは第1の主搬送体22を介して再びSOD塗布処理ユニット(SCT)へ搬送される。そしてSOD塗布処理ユニット(SCT)において、ウエハWは2回目のSOD塗布処理が行われる(ステップ8)。その際、ウエハW上に既に塗布されている絶縁膜材料の表面は上記の紫外線による処理により低接触角となるように改質されているので、その上に更に絶縁膜材料を塗布してもその表面に凹凸は生じない。

【0048】

SOD塗布処理ユニット(SCT)でSOD塗布処理が行われたウエハWは第1の主搬送体22を介してエージング処理ユニット(DAC)へ搬送され、エージング処理され、ウエハW上の絶縁膜材料がゲル化される(ステップ9)。

【0049】

エージング処理ユニット(DAC)でエージング処理されたウエハWは第1の主搬送体22を介してソルベントエクスチェンジ処理ユニット(DSE)へ搬送される。そしてソルベントエクスチェンジ処理ユニット(DSE)において、ウエハWはエクスチェンジ用薬液が供給され、ウエハ上に塗布された絶縁膜中の溶媒を他の溶媒に置き換える処理が行われる(ステップ10)。

【0050】

ソルベントエクスチェンジ処理ユニット(DSE)で置換処理が行われたウエハWは第1の主搬送体22を介して低温加熱処理ユニット(LHP)へ搬送される。そして低温加熱処理ユニット(LHP)において、ウエハWは低温加熱処理される(ステップ11)。

【0051】

低温加熱処理ユニット(LHP)で低温加熱処理されたウエハWは第2の主搬

送体23を介してマルチファンクショナルホットプレートキュア装置(MHC)へ搬送され、所定の低酸素濃度での高温加熱処理、及び温調処理が行われることになる(ステップ12)。

#### 【0052】

ここで図4及び図5に示されるように、ウエハWを第2の主搬送体23が温調処理室152の窓部181から室内に進入し、支持ピン158bを介して移送温調板176に載置される。そしてゲートバルブ174が開きウエハWは温調されながら加熱処理室151内に搬送され、支持ピン158aが熱板156表面から突出した状態で支持ピン158a上にウエハWが受け渡される。このように加熱前のウエハWを温調しながら搬送することにより熱履歴均一化に寄与する。

#### 【0053】

ウエハWが熱板に受け渡されると、移送温調板176は元の位置に戻り、ゲートバルブ174が閉じることによって加熱処理室151内に密閉空間が形成される。そして、窒素供給機構162により加熱処理室151内に窒素ガスの供給を開始するとともに、真空ポンプ170により室内の減圧を開始し、更に熱板156による加熱処理を開始する。

#### 【0054】

ここで図8に、この加熱処理時間と、酸素濃度及び加熱温度との関係を示す。そして加熱開始前が約200000PPMの酸素濃度を加熱開始(窒素ガス供給開始)後、例えば10秒から30秒の間に酸素濃度を20PPMまで減少させる。すなわち約6000PPM/秒~20000PPM/秒の速度で低下させるように室151内を減圧し、かつ窒素パージする。より好ましくは加熱開始後ほぼ20秒、すなわち約10000PPM/秒の速度で低下させる。このように減圧と同時にかつ窒素パージを行うことによって、より迅速に酸素濃度を低下させることができる。この加熱開始から30秒経過直後の加熱温度は約100°C~200°Cであって、本実施形態では例えば150°Cの設定となっている。

#### 【0055】

加熱開始から30秒経過後は窒素ガス、酸素ガス又はHMD Sの導入量を制御することにより酸素濃度を20PPM、加熱温度を450°Cに維持した状態で3

分～30分、本実施形態では20分の加熱処理を行う。

【0056】

以上のように酸素濃度を迅速に約6000PPM/秒～20000PPM/秒の速度で低下させることにより、比誘電率が例えば1.5～3.5であって、かつ所定の硬度を有する絶縁膜を形成することができる。

【0057】

図9は加熱処理中に酸素濃度を上昇させた場合を示している。この場合、加熱開始から例えば10分後に酸素供給機構180により酸素を導入して、200PPMまで酸素濃度を上昇させ（符号Aで示す部分）、この状態で例えば10分間～20分間、加熱温度450°Cで処理を行う。これにより、絶縁膜の表面の膜質をより硬質化することができる。

【0058】

所定時間の加熱処理が終了すると、再び窒素供給機構162により加熱処理室151内への窒素ガスの供給を開始して、加熱処理室151内が大気圧になるまで窒素ガスを噴出させる。そして支持ピン158が上昇して熱板156の表面から突出し、ゲートバルブ174が開く。このとき、加熱処理室151内への窒素ガスの供給を継続させることにより、加熱処理室151を温調処理室152に対して陽圧とすることにより、温調処理室152から加熱処理室151内へのパーティクルの侵入を防止することができる。

【0059】

そして、ウエハWは移送温調板176により受け渡され取出され、例えば23°Cで温調されながら温調処理室152内に搬送され、支持ピン158bを介して第2の主搬送体23に受け渡される。

【0060】

その後ウエハWは受け渡し・冷却プレート（TCP）における冷却板へ搬送される。そして受け渡し・冷却プレート（TCP）における冷却板において、ウエハWは冷却処理される（ステップ13）。本実施形態では、1回のSOD塗布処理にて約500nmの膜厚の絶縁膜を得ることができ、計2回のSOD塗布処理にて1μmの膜厚の絶縁膜を得ることができる。

## 【0061】

受け渡し・冷却プレート（TCP）における冷却板で冷却処理されたウエハWはカセットブロック10においてウエハ搬送体21を介してウエハカセットCRへ搬送される。

## 【0062】

以上のように、マルチファンクショナルホットプレートキュア装置（MHC）の加熱処理において加熱処理室151内を減圧すると同時に窒素バージし、酸素濃度を約6000PPM／秒～20000PPM／秒の速度で低下させることにより、低誘電率かつ所定の硬度を有する絶縁膜を形成することができる。

## 【0063】

また、加熱処理室151内を減圧すると同時に窒素バージすることにより、処理時間を短縮することができ、かつ酸素濃度を約6000PPM／秒～20000PPM／秒の速度で低下させる制御を迅速・容易に行うことができる。

## 【0064】

更に加熱処理後のウエハWを移送温調板176により移送しながら温調処理し、そのまま第2の主搬送体に受け渡すことにより、スループットを向上させることができる。

## 【0065】

なお、本発明は以上説明した実施形態には限定されない。

## 【0066】

例えば、上記施形態において、加熱処理室内の低酸素化に寄与する気体として窒素ガスを使用したが、これに代えて、アルゴンガス等の他の不活性気体、O<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>等の反応性気体、NH<sub>4</sub>OH (NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O)、シンナー等の有機化合物、HMD S等の液体気化物等を使用してもよい。

## 【0067】

また、これらの気体の室内への導入方法として、加熱処理室の上部より下部に向けてあるいは下部から上部に向けて導入するようにしてもよく、またこれらの気体を所望の温度に加熱して加熱処理室内に導入するようにしてもよい。その場合、加熱処理温度の上昇や下降に同期させて気体の温度を動的に変化させてもよ

い。これにより、より精密に温度管理することが可能である。

【0068】

また、上記実施形態では、SOD塗布処理（SCT）、エージング処理（DAC）及びソルベントエクスチェンジ処理（DSE）をそれぞれ2回ずつ行ったが、1回で行うようにしてもよい。

【0069】

更に、上記実施形態では、低誘電率でかつ硬度を有する絶縁膜を形成したが、デバイスの微細化に伴いその安定性が要求されるキャパシタの絶縁膜を形成する場合にあっては、その誘電率が5.0以上の高誘電率の材料が必要とされる。この場合にあっても所望の高誘電率の絶縁膜を形成するために本発明は適用可能である。

【0070】

更に、上記の実施形態では、基板としてシリコンウエハを例に取り説明したが、ガラス基板等の他の基板にも本発明を適用できる。

【0071】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、所望の誘電率かつ所望の硬度を有する絶縁膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の基板処理装置が適用されるSODシステムの全体構成を示す平面図である。

【図2】

図1に示すSODシステムの正面図である。

【図3】

図1に示すSODシステムの背面図である。

【図4】

本発明に係るマルチファンクショナルホットプレートキュア装置（MHC）の斜視図である。

【図5】

図4に示すマルチファンクショナルホットプレートキュア装置（MHC）の断面図である。

【図6】

図4及び図5に示す加熱処理室内領域の温調機構を示す断面図である。

【図7】

本実施形態によるSODシステムの処理工程を示すフロー図である。

【図8】

マルチファンクショナルホットプレートキュア装置（MHC）における加熱処理の時間と、酸素濃度及び加熱温度との関係を示す図である。

【図9】

他の実施形態による加熱処理の時間と、酸素濃度及び加熱温度との関係を示す図である。

【符号の説明】

W…ウエハ

1…SODシステム

1 5 1…加熱処理室

1 5 2…温調処理室

1 5 6…熱板

1 6 2…窒素供給機構

1 6 7…制御部

1 6 8…排気口

1 7 0…真空ポンプ

1 7 2 a…酸素センサ

1 7 2 b…温度センサ

1 7 4…ゲートバルブ

1 7 6…移送温調板

1 7 7 a…ガイドプレート

1 7 7 b…移動機構

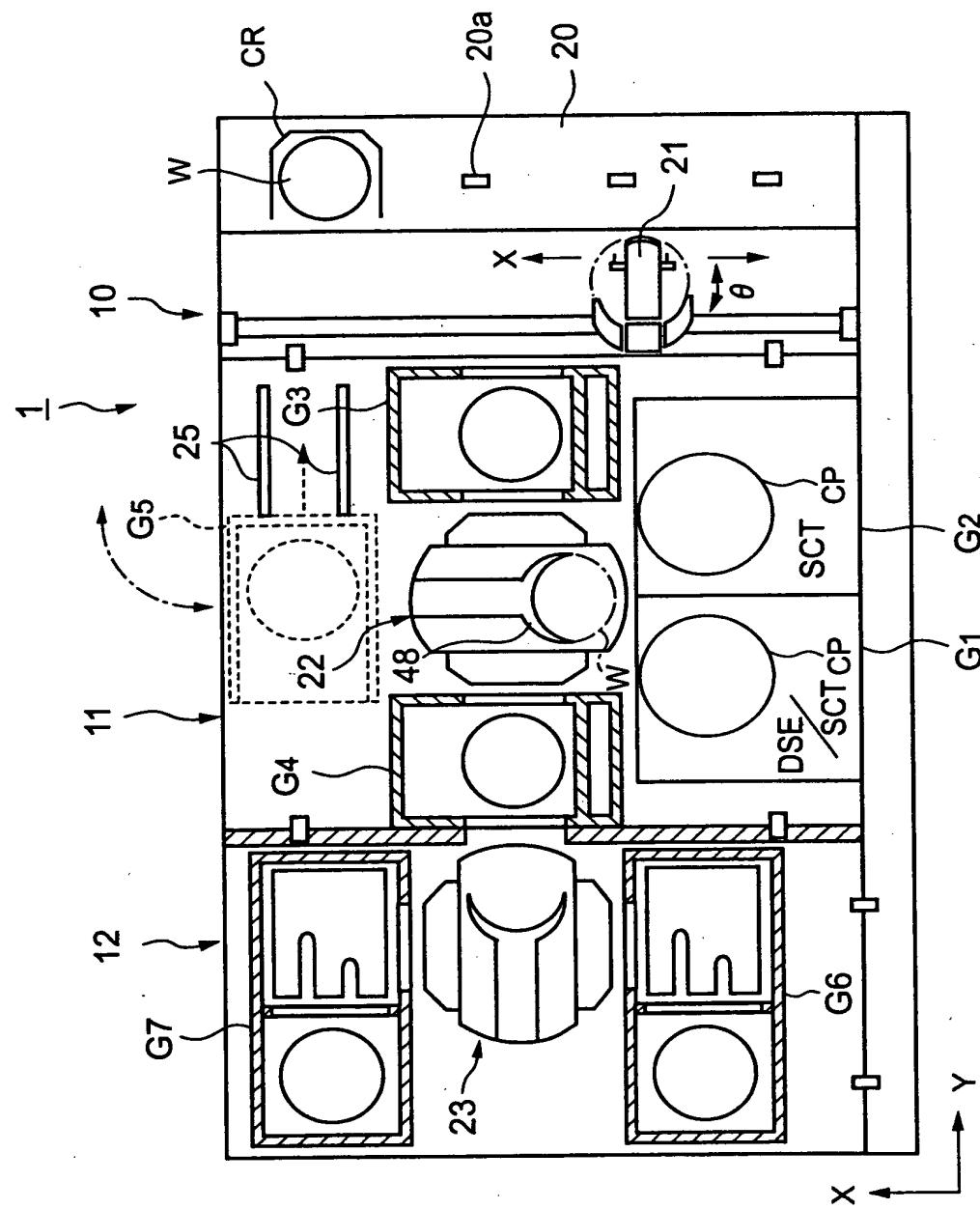
特2000-346620

180…酸素供給機構

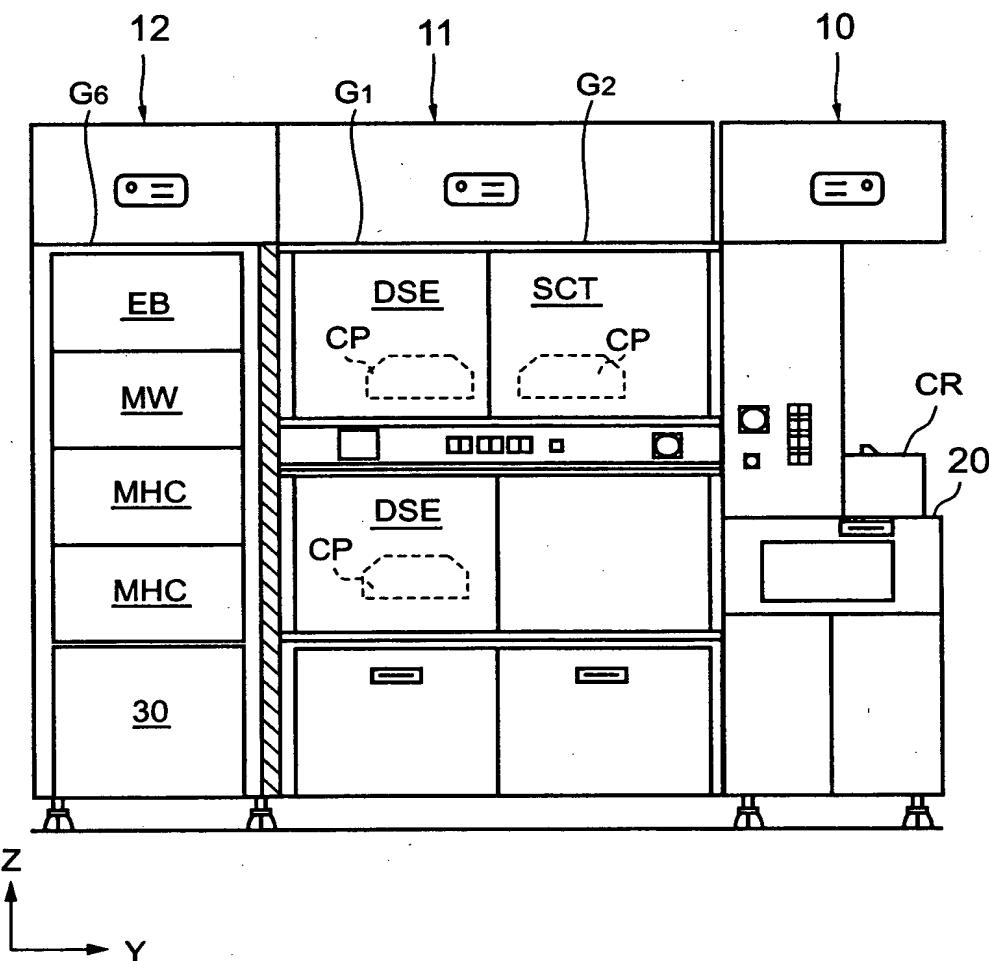
MHC…マルチファンクショナルホットプレートキュア装置

【書類名】 図面

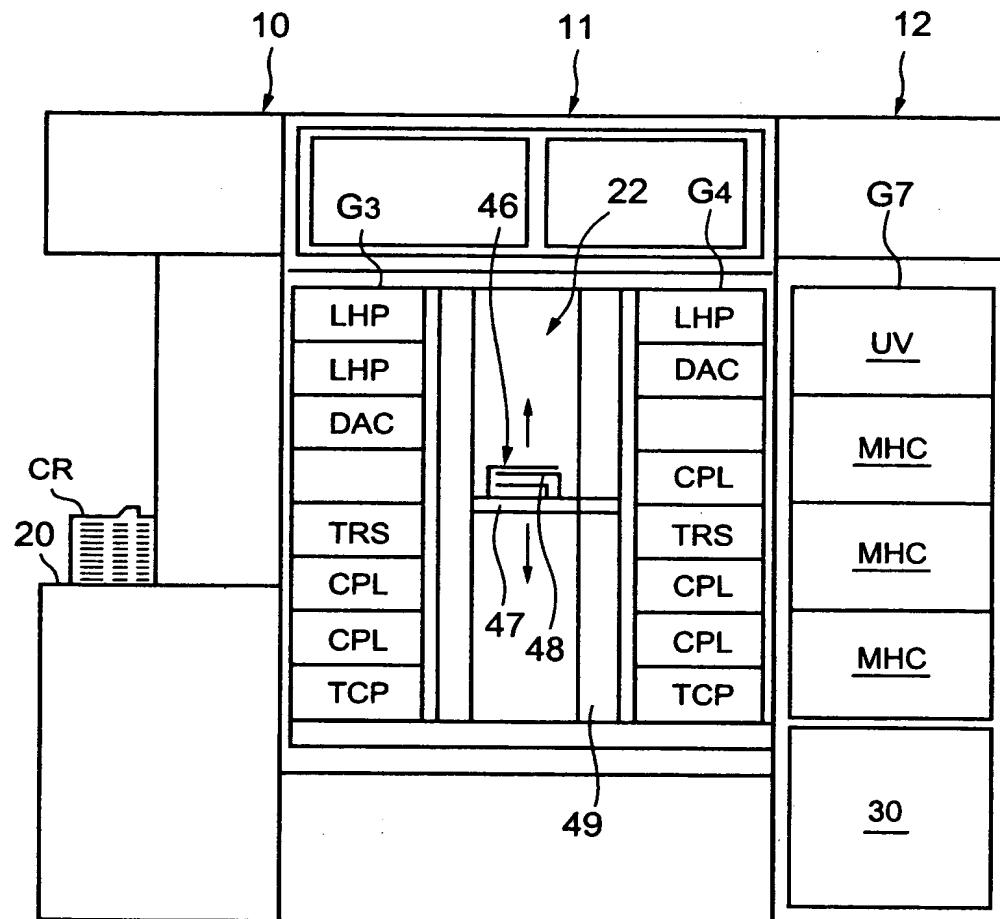
【図1】



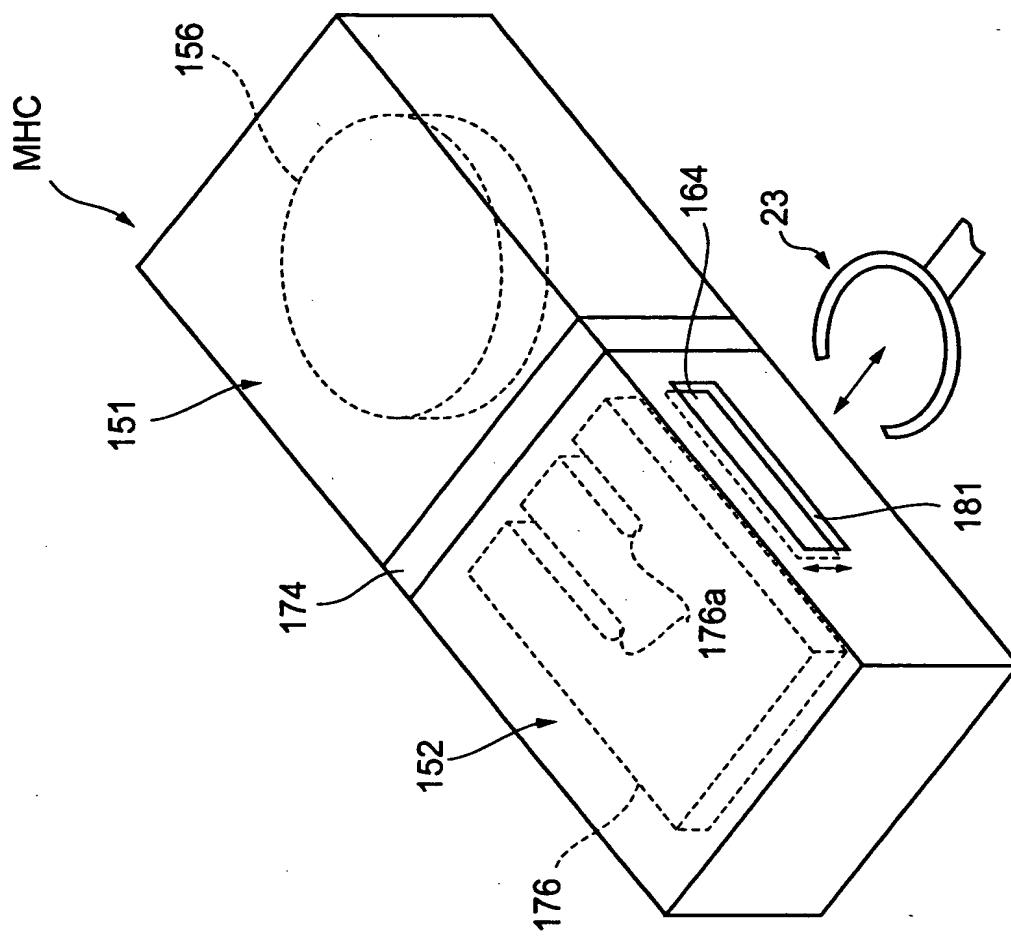
【図2】



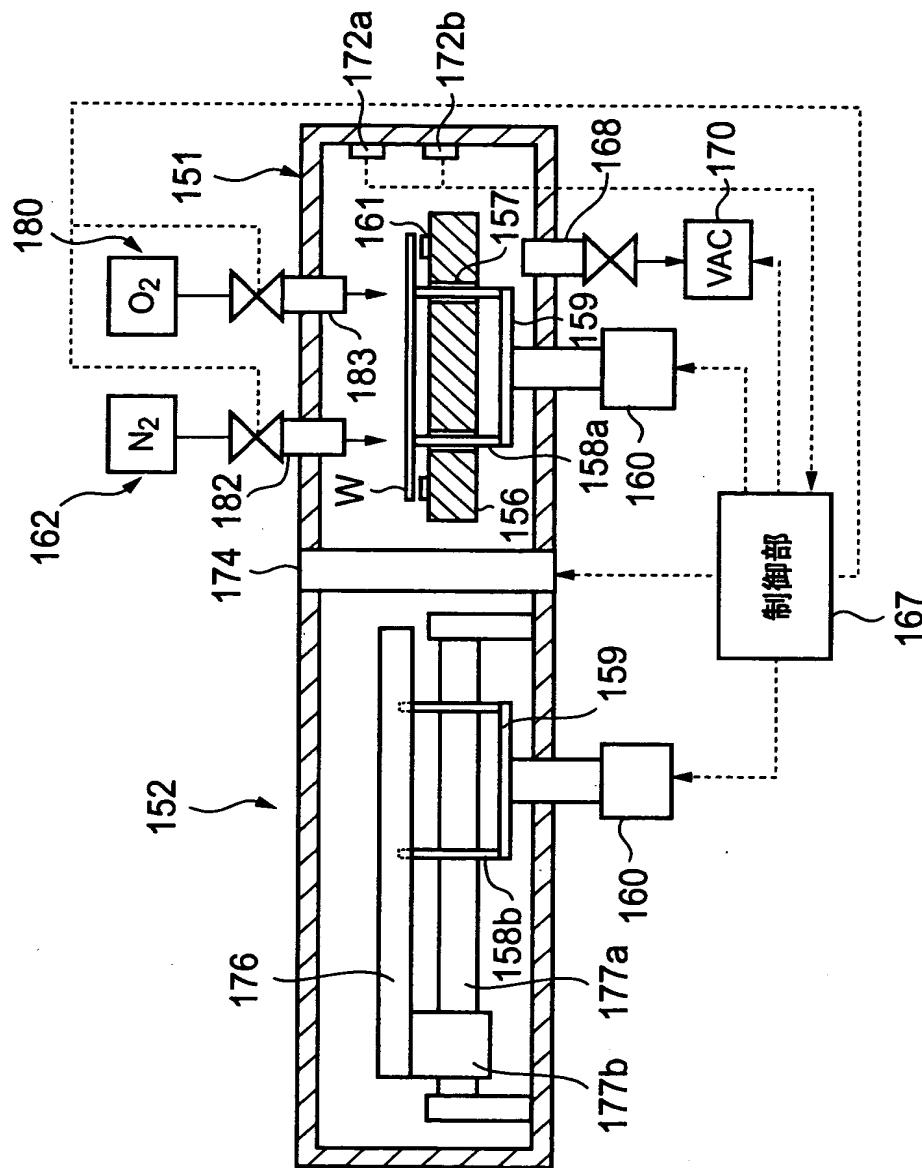
【図3】



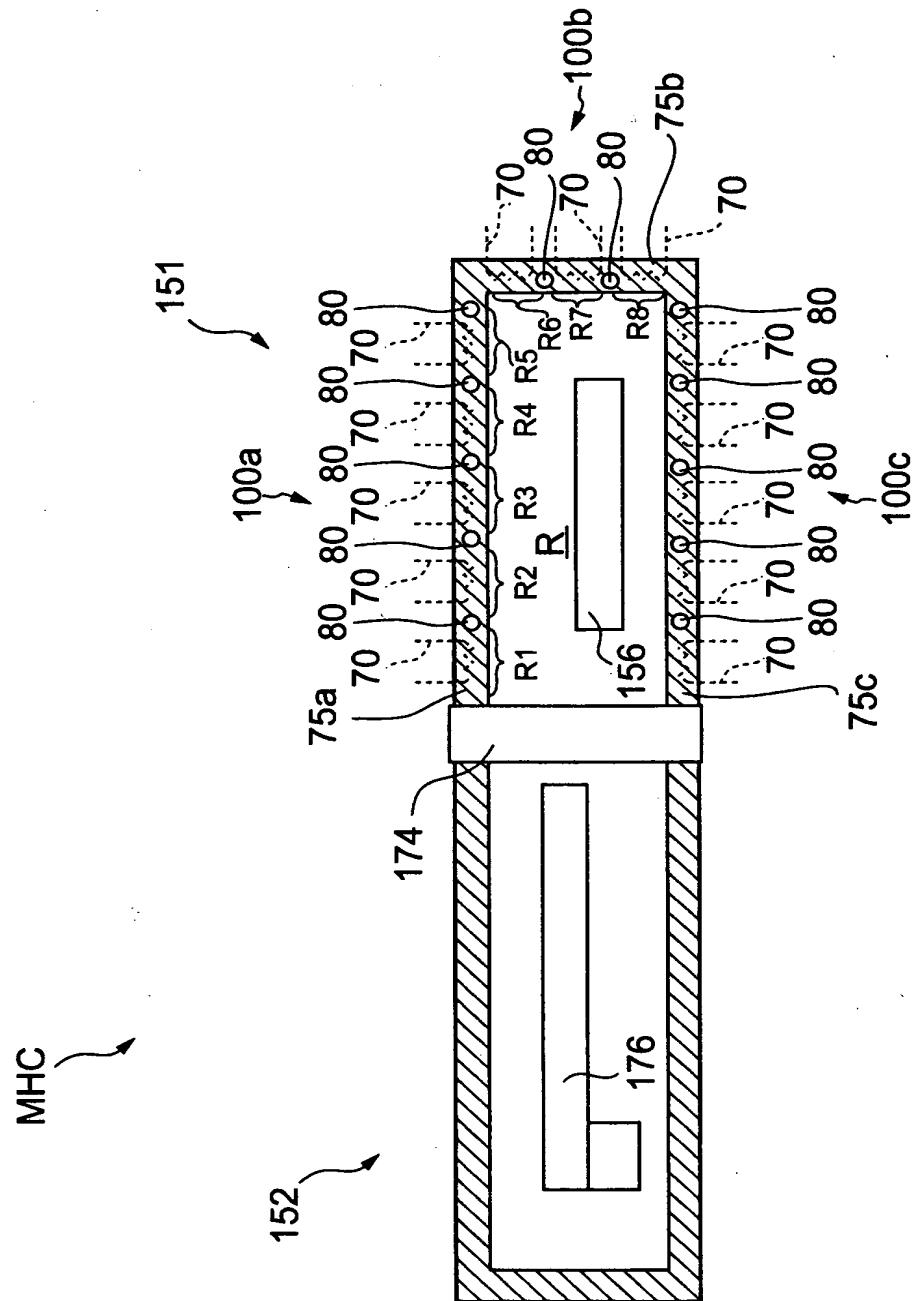
【図4】



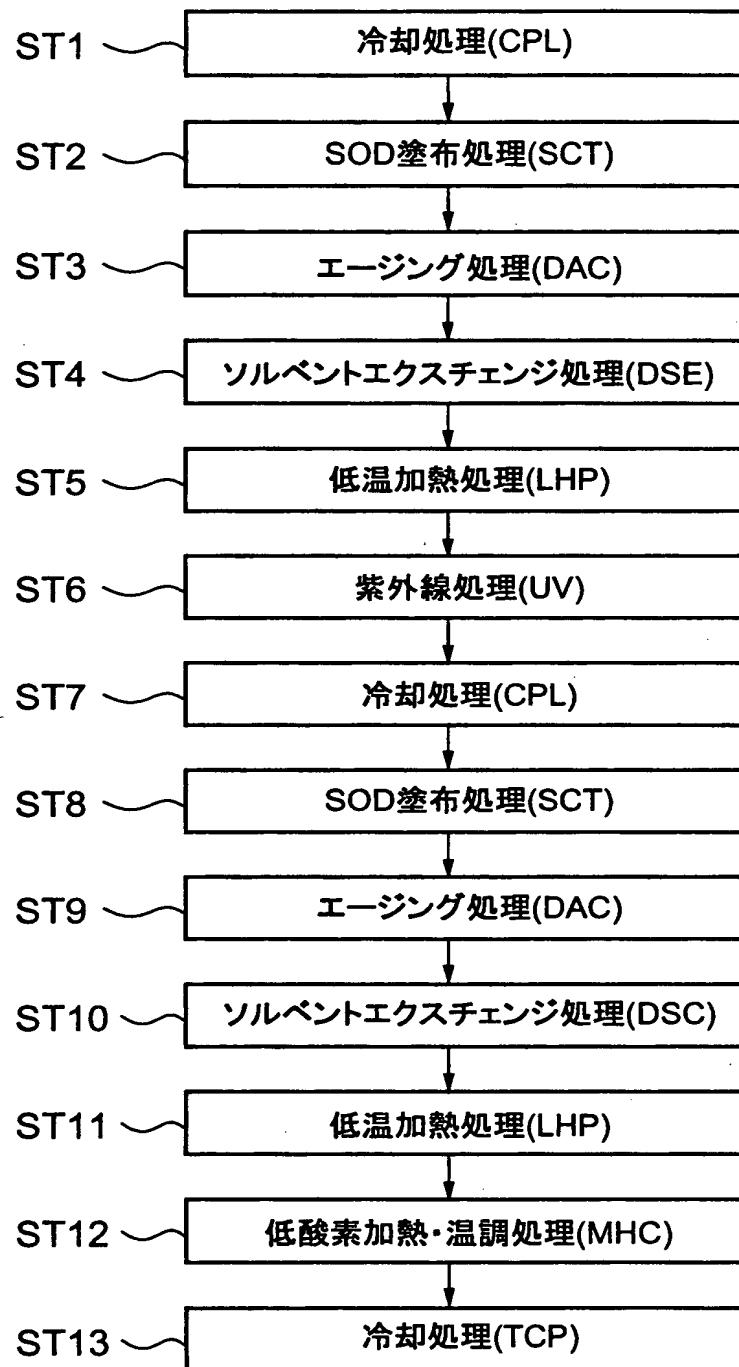
【図5】



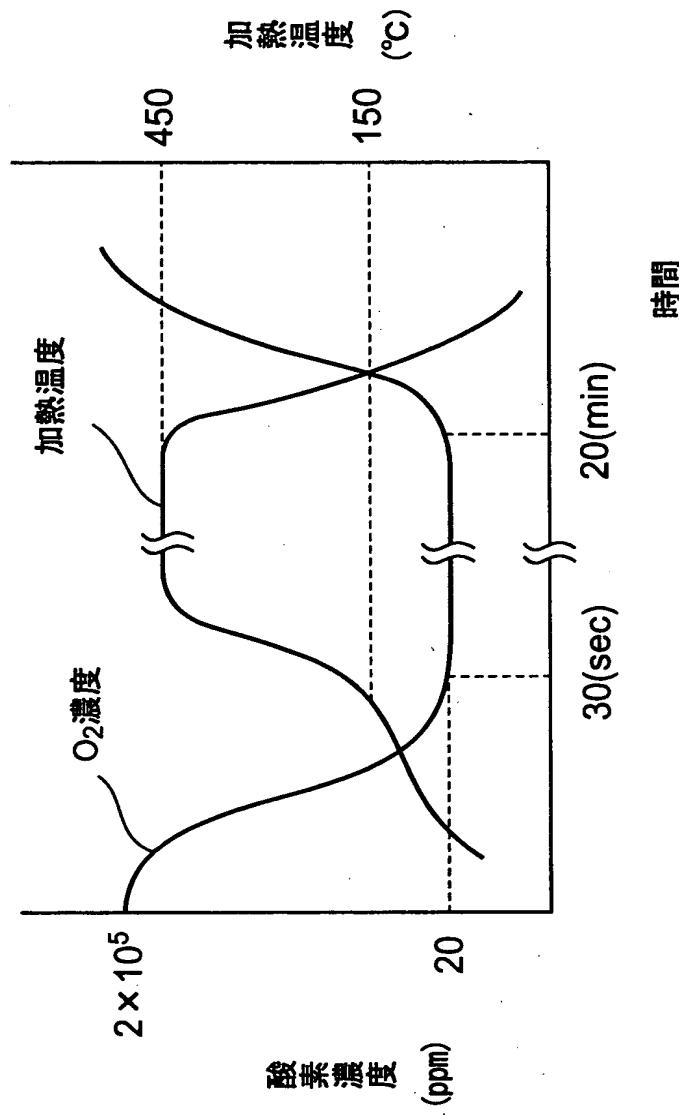
【図6】



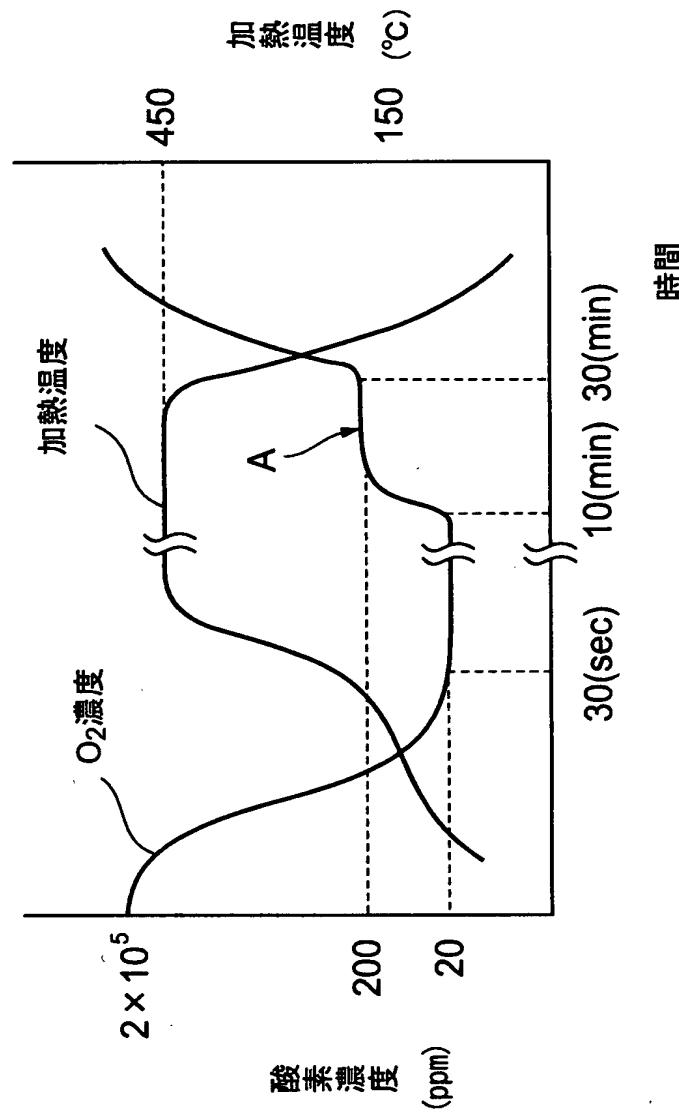
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低誘電率かつ所定の硬度を有する絶縁膜を形成することができる基板処理方法及び基板処理装置を提供すること。

【解決手段】 基板を加熱処理する第1の温度(450°C)に向けて昇温しつつ、基板を処理する領域の酸素濃度をほぼ6000PPM/秒～20000PPM/秒の速度で低下させ、前記加熱処理領域を所定の酸素濃度に低下させた状態で、基板を前記第1の温度で加熱処理する。これにより低誘電率かつ所定の硬度を有する絶縁膜を形成することができる。

【選択図】 図7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-346620
受付番号	50001468301
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年11月15日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成12年11月14日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社